

주관절과 완관절의 해부학과 생역학

연세대학교 의과대학 정형외과교실

강 호 정

Anatomy and Biomechanics of the Elbow and Wrist

Ho-Jung Kang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

The elbow and the wrist are anatomic linkages bridging the hand to the shoulder, and act to enhance flexibility in hand function and placement. Many muscles, tendons and neurovascular bundles are located around the elbow and the wrist. In addition to the complex bony architecture of the joints, the elbow and the wrist are stabilized by many ligamentous complexes. It is very important to understand the anatomy and biomechanics of these joints for accurate diagnosis and proper treatment of the disease or trauma of the elbow and wrist. (*J Korean Assoc Pain Med* 2005; 4:117-123)

Key Words: Elbow, Wrist, Anatomy, Biomechanics

서 론

주관절과 완관절은 견관절과 손을 해부학적으로 연결시켜 주는 구조이면서, 동시에 손의 원활한 기능을 돕는 역할을 한다. 주관절 주위에는 많은 근육과 신경이 분포하며, 완관절은 복잡한 골성 구조와 인대가 있어서, 주관절 및 완관절의 질환이나 외상에 대한 정확한 진단과 적절한 치료를 위해서는 이에 대한 정확한 해부학적 구조 및 생역학을 파악하는 것이 중요하다. 본 장에서는 주관절 및 완관절의 해부학과 생역학을 소개하여 이해에 도움을 주고자 한다.

본 론

1. 주관절(Elbow joint)

주관절은 견관절과 수부를 연결하여 손의 유연성을 증가시켜주는 동시에 힘의 완충역할을 하기도 한다. 기능적으로는 넓은 운동범위의 견관절과 여러 관절이 복합적으로 작용을 하는 수부의 중간 매개체의 역할을 담당한다. 주관절은 크게 두 방향으로 운동이 가능하여 굴곡-신전(flexion-extension)과 회내-회외(pronation-supination) 운동을 한다. 원형의 요골두(radial head)와 구형의 소두(capitulum) 관절면이 회내-회외운동이 가능하도록 하며, 활차(trochlea)와 주두(olecranon)가 이루는 관절면은 안정된 형태의 굴곡-신전운동이 가능하게 한다.¹⁻³⁾

외상과(lateral epicondyle), 내상과(medial epicondyle)와 주두는 외부에서 쉽게 만져지는 해부학적 지표이다. 이 세 구조물은 주관절을 90도 굴곡 시 역삼각형 모양을 한다. 외상과는 소두 직상방에 위치하며 전완의 회외근과 완관절 신전근의 기시부이다. 내상과는 외상과보다 더 튀어나와 있으며, 전완의 회내근과 완관절 굴곡근의 기시부가 된다. 외측 과상 능선(lateral supracondylar ridge)은 외상과의 상방에 위치하며, 이 구조에 의해 상완요근과 장요수근신근은 전방으로, 상완 삼두근은 후방으로 분리된다. 내측 상과 능선을 기준으로 전방에는 상완근, 정중신경 및 상완동맥이, 후방에는 상완 삼두근과 척골신경이 분포한다.^{1,3,4)}

1) 골학(Osteology): 해부학적으로 주관절은 상완골의 하단과 요골 및 척골의 상단으로 이루어진 관절이다. 상완골은 하단에 근접하면서 전후 직경이 짧아 얇아지고, 옆으로 넓어지면서 두꺼운 내과(medial condyle)와 외과(lateral condyle)를 형성한다. 내과의 활차(trochlea)는 척골 절흔(ulnar notch)과 함께 척상완 관절(ulnohumeral joint)을 이룬다. 이 관절은 경첩관절로서, 실뿔(pool)모양의 활차가 척골의 반월 모양의 척골절흔과 관절을 형성하여 굴곡 및 신전운동이 가능하게 하며 주관절에 안정성을 제공한다. 활차 직상부에는 전방에 구상와(coronoid fossa)를, 후방에 주두와(olecranon fossa)를 형성하며, 이는 주관절 굴곡 시 척골의 구상돌기(coronoid process), 신전 시 주두돌기(olecranon process)와 맞물리게 되어 있다(Fig. 1). 주두골은 피하에 위치

접수일: 2005년 8월 24일, 게재승인일: 2005년 9월 1일

책임저자: 강호정, 서울시 강남구 도곡동 146-92

☎ 135-720, 영동세브란스병원 정형외과

Tel: 02-2019-3412, Fax: 02-573-5393

E-mail: kangho56@yumc.yonsei.ac.kr

해 있어 직접적인 외상에 의해 손상 받기 쉬우며, 골절 치료 시 해부학적 정복이 되지 않으면 관절의 운동 장애, 외상성 관절염 등이 초래된다. 주두의 골화중심은 10세 경에 나타나 16세경에 척골과 유합되는데, 성인이 되어서도 유합되지 않고 남는 경우와 상완 삼두근이 주두 돌기에 붙는 위치에 생기는 부골은 골절과 감별을 요한다.⁵⁾

요상관 관절(radiohumeral joint)과 근위 요척 관절(proximal radioulnar joint)은 주관절과 전완부의 180도 회전운동을 가능하게 한다. 요골두 상단의 오목한 면은 구형의 소두(capitulum)와 요상관 관절(radiohumeral joint)을 이루고 있다. 소두는 상완골의 중심축보다 전방에 위치함으로써 굴곡-신전 굴(arc)을 크게하는 역할을 한다.⁶⁾ 요골 두의 측면은, 바퀴 같은 환상 관절 면을 이루면서 척골의 요골 절흔(radial notch)과 함께 근위 요척 관절을 이룬다. 요골두는 약

240도에 해당하는 부위가 초자 연골(hyaline cartilage)로 덮여 있으며 이 범위에서 근위 요척 관절과 접촉을 하고, 나머지 120도는 비 접촉부위로 요골두의 골절에 대한 내고정 수술 시에는 이러한 관절면의 접촉 부위를 염두에 두고서 고정을 해야 한다. 주관절의 굴곡-신전 및 회내-회외 운동 시에 근위 요척 관절의 회전축은 소두 내에 위치한다.^{3,7,8)}

내과 직상부의 내상과(medial epicondyle)에서는 전완과 손의 굴곡-회내근(flexor-pronator)이 기시하는 반면, 외상과(lateral epicondyle) 및 과상 능선(supracondylar ridge)에서는 신전-회외근(extensor-supinator)이 기시한다. 양측의 상과는 관절낭 밖에 위치하며 내측 및 외측 측부 인대의 부착부위이기도 하다.

주관절 관절낭은 근위부에서는 구상와 및 주두와에서 시작하여, 원위부로는 주두 절흔, 요골 절흔 및 요골 경부까지 감싼다. 이 때 관절 낭은 얇고 유연하며 여유가 있어 비교적 넓은 영역의 굴신 운동이 가능하다. 전방 관절막은 원위부에서는 구상돌기 끝의 약 6 mm 정도 원위까지 내려와서 부착을 하게 된다. 관절막 주머니의 평균 관절액의 용량은 약 25 ml 정도이고 70도 정도 주관절을 굴곡한 상태에서 최대용적을 보이게 된다. 주관절의 전방에 위치한 관절막은 신전위에서 외반-내반의 안정구조물 역할의 30~40% 정도를 담당하고 신연력(distraction force)에 대한 저항은 85% 정도를 담당하는 것으로 알려져 있다.⁶⁾

2) 인대: 주관절의 안정성은 척상관 관절의 골성 구조와 더불어 내외측에 위치하는 인대에 의해서도 유지된다. 내측 인대는 3개의 인대로, 전방속(anterior bundle), 후방속(posterior bundle) 그리고 횡인대(transverse ligament)로 구성되어 있다(Fig. 2). 이 중 전방속이 가장 강력하며 주관절의 외반력에 길항하는 역할을 한다.⁹⁻¹¹⁾ 전방속은 내상과 직하방에서 기시하여 척골의 구상돌기(coronoid process)의 내측에 붙는다. 후방 속은 기능면에서 전 운동 영역에서 작용하는 반면, 얇고 약하며, 주로 주관절을 90도 이상 굴곡시 안정성에 기여하는 것으로 알려져 있다. 관절낭 내측 원위부

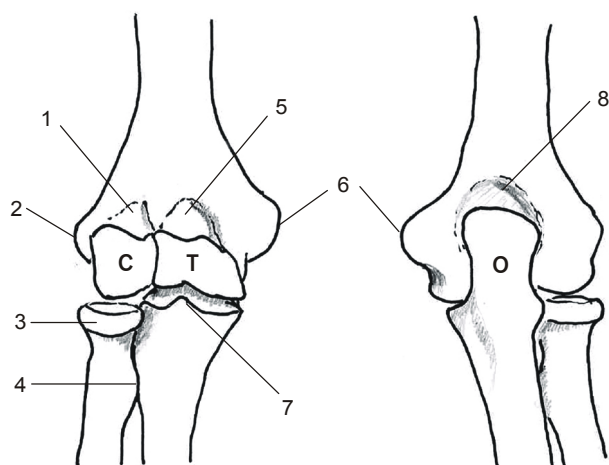


Fig. 1. Bony anatomy of the elbow. C: capitulum, T: trochlear, O: olecranon. 1. radial fossa, 2. lateral epicondyle, 3. radial head, 4. radial tuberosity, 5. coronoid fossa, 6. medial epicondyle, 7. coronoid process, 8. olecranon fossa.

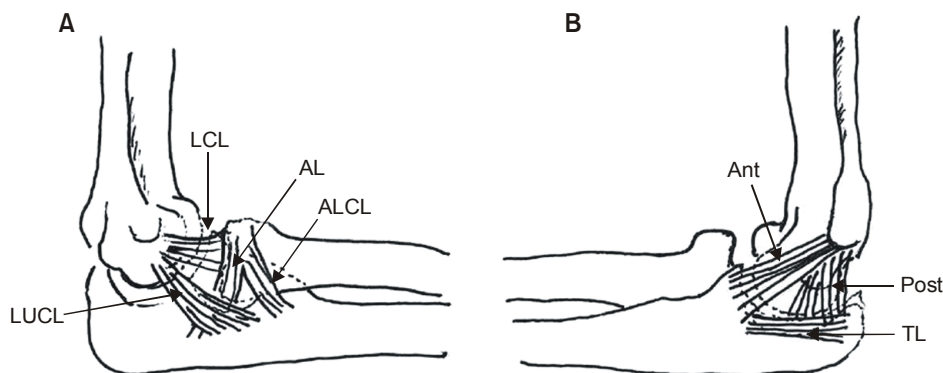


Fig. 2. Lateral (A) and medial (B) collateral ligaments of the elbow. LUCL: lateral ulnar collateral ligament, LCL: lateral collateral ligament, AL: annular ligament, ALCL: accessory lateral collateral ligament, Ant: anterior bundle of medial collateral ligament, Post: posterior bundle of medial collateral ligament, TL: transverse ligament.

의 비후된 부분인 횡 인대는 주두 절흔을 깊게 하는 역할을 하는 것으로 이해되고 있다.^{9,11)} 외측 인대는 외측 측부인대(lateral collateral ligament), 윤상인대(annular ligament), 부 외측 측부인대(accessory lateral collateral ligament) 그리고 외측 척측 측부인대(lateral ulnar collateral ligament)의 4개로 구성된다(Fig. 2). 외측 인대는 외상과에서 기시하여 윤상인대에 부착한다. 윤상인대는 요골두의 약 80%를 덮고 있으며 근위 요척관절의 안정성에 기여한다. 특히 전면보다는 후면에 더 강력하고 광범위한 부착부를 가진다.^{5,10,11)} 외측 척측 측부인대는 외상과에서 기시하여 척골의 회외근 능선에 부착한다. Morrey 등^{3,10,11)}의 연구에 의하면 이 인대가 주관절의 외측 안정성에 중요한 역할을 하며 내반력에 길항하는 주요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 이 인대의 손상 시 주관절 탈구의 원인이 된다.

3) 혈관과 신경: 주관절 주위의 신경 및 혈관의 해부학은 수술이나 기타 시술에 있어서 매우 중요하다. 이 중 가장 중요하면서 쉽게 다칠 수 있는 구조로는 척골신경, 요골신경, 정중신경 그리고 상완동맥이다. 요골신경은 상완골의 원위 1/3 경계부에서 외측 근간격막(intermuscular septum)을 후방에서 전방으로 뚫고나와 주관절부에서는 외상과의 전방에 위치하며, 신경의 외측으로는 상완요근과 장요수근신근이 위치하고 내측으로는 상완근이 위치한다. 이후 요소두관절의 전방으로 주행을 하며 후골간신경(posterior interosseous nerve)과 표재 요골신경(superficial radial nerve)으로 분지한다.^{1,4,12)} 정중신경과 상완동맥은 상완근의 내측에 위치한다. 전주와(antecubital fossa)에서 정중신경은 상완동맥의 내측에 위치하며, 이 두 구조물은 이두 건막(bicipital aponeurosis)의 하방으로 주행한다. 이후 상완동맥은 두개로 갈라지며, 이중 척골동맥은 원형 회내근(pronator teres)의 척골두의 심부로 주행하고, 요골동맥은 원형 회내근의 요골 부착부보다 외측 표층으로 주행한다. 정중신경은 원형 회내근의 척측두 및 상완두 사이로 주행한다. 척골신경은 상완의 중간부에서 근간격막을 뚫고 앞으로 나왔다가 내상과 후면의 주관(cubital tunnel)을 지나 척측수근굴근의 두 기시부 사이로 주행한다.¹²⁾

주관절 주위에는 약 3개의 피부신경이 존재하며 수술시 손상될 수 있다. 내측 전완 피부신경(medial antebrachial cutaneous nerve)은 내상과의 바로 전면에 위치한다. 외측 전완 피부신경(lateral antebrachial cutaneous nerve)은 근피신경(musculocutaneous nerve)에서 분지하여 상완 이두근과 상완근 사이에 위치하다가, 전주와 외측 근위부에서 심부 근막을 뚫고 나와 전완의 신전근에 덮혀 주행한다. 이 신경은 두정맥(cephalic vein) 뒤로 지나가면서 전방과 후방 두개의 분지로 갈라지며, 주로 전완과 완관절, 수부의 요측부의 피부 감각을 담당하게 된다. 마지막으로 후방 전완 피부신경

(posterior antebrachial cutaneous nerve)은 요골신경에서 기시한다. 이 신경은 주관절의 7 cm 근위부에서 상완근막을 뚫으며 외상과 후방으로 주행하여 주관절 후면에 위치하게 된다.^{1,12)}

4) 생역학(Biomechanics): 하나의 활액막과 세 개의 관절, 즉 요골두-소두, 주두-활차, 근위 요척 관절로 이루어진 주관절은 굴곡과 신전, 회내와 회외 운동이 가능한 관절이다. 정상 굴곡-신전 운동범위는 0도에서 145도 정도로, 척상완관절과 요상완관절에서 일어난다. 이러한 운동의 회전축(center of rotation)은 활차를 가로지르는 중심의 2~3 mm 부분에 위치하는 것으로 알려져 있다.¹³⁾ 활차는 상완골의 장축에 비해 약 6 내지 8도 정도 외반경사(valgus tilt)를 형성하고 있다. 또한 척골절흔은 척골의 장축에 대해 약 4도 정도의 외반경사를 형성하고 있다. 이 두가지가 합쳐져서 정상적인 주관절의 운반각(carrying angle)을 이루며, 정상 성인에서 남자는 약 11~14도, 여자는 약 13~16도가 된다.^{3,6)} 임상적으로 운반각은 주관절의 신전 위치에서 상완골의 종축과 척골의 종축을 연결하여 형성된 각으로 정의된다. 주관절을 완전히 굴곡하면 이 운반각에 의해 전완골이 상완골에 비해 약간 내측으로 오게 되어 손이 입으로 향하게 한다. 정상적인 회내 운동은 약 75도, 회외 운동은 약 80도가 가능하며 이는 주로 요척 관절에서 일어난다. 이 운동의 축은 요골두와 원위 척골의 요골측 경계를 잇는 일직선상에 있다.¹³⁾

일상 생활에 필요한 운동 허용범위는 30도에서 130도 정도의 굴곡-신전 운동과 약 100도의 회전 운동이 필요하다.¹⁴⁾ 일상 생활에서는 주관절의 굴곡이 더욱 중요한데, 일상생활의 기본 동작인 세면, 식사 등이 주관절의 굴곡과 관련이 많기 때문이다. 신전은 기능상의 문제뿐만 아니라 외관상의 문제와 관련이 있다. 주관절이 다른 관절보다 외상에 의한 손상 시 후유증으로 운동장애가 많이 발생하는 이유는 주관절 관절막이 주변 근육이나 인대에 가깝게 위치하고, 관절면의 일치성이 높으며, 관절막 손상 시 특별한 반응을 일으키기 때문인 것으로 설명하고 있다.³⁾ 주관절 구축은 주관절의 외상이나 오랜 외고정, 연부 조직 손상, 감염 등 각종 질환의 후유증뿐만 아니라 특별한 원인 없이 특발성으로도 흔하게 발생하는 질환이다.

일반적으로는 몇 개의 근육 군만이 주관절 운동에 관련되지만 관절 반응력(joint reaction forces) 차원에서 보면 주관절을 지나는 모든 근육들이 관절면에 압박력을 줌으로써 관절에 안정성을 부여하고 있다. 즉 주변 인대군의 안정성에 보조안정 구조물로서 역할을 한다.¹⁵⁾ 주관절이 굴곡 위치에 있을 때는 압박력이 형성되어 그 합성 벡터(resultant vector)가 주관절의 동적 안정(dynamic stability) 요소로서 큰 역할을 하게 된다.

2. 완관절(Wrist joint)

완관절은 손을 전완부와 연결시켜 주는 해부학적 부위이다. 총 8개의 수근골과 요골 및 척골의 원위부가 완관절을 형성하며 다방향 운동이 가능하도록 한다. 운동성과 동시에 비교적 안정성 있는 관절을 이루기 위해, 완관절에는 많은 수의 인대가 수근골을 서로 연결시켜 주고 있다. 뼈의 구조적 정렬이 깨지거나(예: 원위요골의 부정유합) 인대의 파열이 발생하면(예: 월상골 주위 탈구), 완관절의 기능적 결함이 발생하게 된다.

1) 골학(Osteology): 완관절에는 8개의 수근골(carpal bone)이 존재하며 그 근위부에는 척골 및 요골의 원위부가, 그리고 원위부에는 5개의 중수골의 기저부가 위치하고 있다. 수근골은 횡으로 두 열을 이루며 각각 근위 및 원위 수근열(proximal and distal carpal row)이라 부른다. 원위 수근열에는 무지쪽부터 대다각골(trapezium), 소다각골(trapezoid), 유두골(capitate), 유구골(hamate) 4개의 뼈가 있으며, 5개의 중수골과 관절을 이루고 있다. 요골 및 척골과 관절을 이루는 근위 수근열에는 무지쪽부터 주상골(scaphoid), 월상골(lunate), 삼각골(triquetrum), 두상골(pisiform)이 있으며 두상골은 삼각골 전방에 위치하고 있다(Fig. 3).

근위 수근열은 두상골을 제외한 3개의 뼈가 볼록한 면을 만들어 요골의 움푹 패인 면에 접하여 요수근 관절(radiocarpal joint)을 형성하고, 원위 수근열의 4개의 뼈가 접하여 중수근 관절(midcarpal joint)을 이룬다. 주상골은 월상골 및 유두골과 관절을 이루며 근위와 원위 수근열을 연결하는 가교역할을 한다. 주상골의 대부분의 면은 요골, 대다각골, 소다각골, 월상골 및 유두골과 관절을 이루기 위해 초자연골로 덮여 있다.¹⁶⁾ 월상골은 주상골과 같이 유두골의 볼록한 관절면에 상응하는 오목한 반달모양의 관절면을 가지고 있다. 근위 수근열의 척측은 삼각골로서 유구골과 관절을 형성하고 있다. 유두골은 수근골 중 크기가 가장 크며 중심에 위치한다. 원위측으로는 제2-4 중수골, 내외측으로는 소다각골과 유구골 그리고 근위측으로는 주상골 및 월상골과 관절을 형성하고 있다.¹⁶⁾ Youm 등¹⁷⁾에 의하면 완관절의 굴곡과 신전 및 외측과 척측 변위 시 회전의 중심은 유두골두에 있는 것으로 연구되고 있다. 또한 제3 중수골에서 요골 관절면까지의 길이는 완관절의 자세와 상관없이 항상 일정하며, 제3 중수골에 대한 수근열의 길이의 비는 평균 0.54 ± 0.03 (SD)임을 밝혔다. 대다각골은 무지의 제1 중수골의 기저부와 관절을 이루고, 소다각골과 유두골은 각각 제2, 3 중수골의 기저부와 관절을 이루며, 유구골은 제4, 5 중수골과 관절을 이룬다. 수근골은 골 사이에 인대 결합을 형성하고 있어 제한된 운동이 있을 뿐이다.

원위 요골의 관절면은 초자연골로 덮여있고, 전후면 방

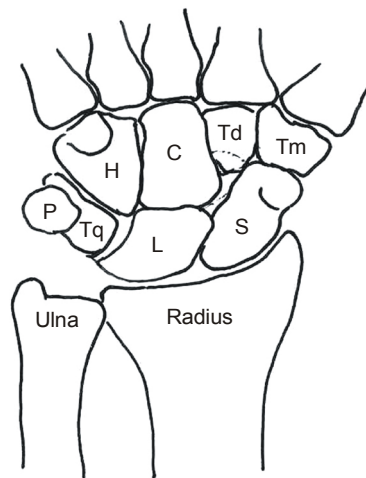


Fig. 3. Anatomy of carpal bones. Tm: trapezium, Td: trapezoid, C: capitate, H: hamate, S: scaphoid, L: lunate, Tq: triquetrum, P: pisiform.

향으로 형성된 융기에 의해 나뉘어진 두개의 오목한 관절면을 가지고 있다. 외측의 주상골과 이루는 관절면은 삼각형 모양을 하며, 척골 및 월상골과 이루는 관절면은 사각형 모양을 하고 있다.²⁾ 관절면은 정상적으로 측면에서 관찰시 약 11도 수장측으로 기울어져 있으며, 전면에서는 요골 외측에서 원위 요척관절 방향으로 약 20도의 기울기를 형성하고 있다.¹⁸⁾ 원위 요척관절에서 요골은 오목한 관절면을 이루며 반월형의 볼록한 관절면을 가진 척골두와 관절을 이룬다. 회내 및 회외 시 요골은 척골을 축으로 회전을 하게 된다.

원위 척골은 요골과 달리 수근골과 관절을 형성하지 않는다. 그 대신 완충역할을 하는 삼각 섬유연골 복합체(triangular fibrocartilage complex, TFCC)가 있어 척골 원위부를 덮고 있다. 이 복합체는 원위 요골의 월상골와에서 기시하며 삼각골, 유구골 및 제5 중수골 기저부에 종지한다. TFCC는 수근골의 척측부에 가교역할을 함과 동시에 원위 요척관절을 안정화시켜 주는 역할을 한다. Palmer 등¹⁹⁾의 연구에 의하면 중립위에서 완관절에 가해지는 축성부하의 60%는 요골을 통해 전달되지만, TFCC가 없는 경우는 전체 부하의 95%가 요골에 가해지고 오직 5% 정도만이 척골에 가해진다. 또한 원위 요척관절의 불안정성은 TFCC의 요골 부착부를 제거했을 때만 나타났으며, 방형회내근(pronator quadratus)이나 원위 요척관절막을 제거한 경우에는 발생하지 않았다.

척골측 완관절은 3가지 구조물에 의해 안정성을 유지한다. 즉, 삼각 섬유연골 복합체의 반월판(meniscal homologue), 척측 측부 인대 그리고 제6 신전구획의 지지대(retinaculum)에

의한다.^{11,20)}

2) 인대: 수근열의 안정성은 특이한 골성 구조와 더불어 배측 및 수장측에서 각 뼈를 연결하는 복잡한 인대에 의해 유지되고 있다. 이 중 수장측 인대가 더 강하며, 크게 수근골 사이를 연결하는 내재 인대와 수근골과 원위 요골을 연결하는 외재 인대로 구분된다.²¹⁾

주상월상 인대(scapholunate ligament)는 완관절의 내재 인대 중 중요한 인대의 하나로 알려져 있다. 이 인대는 완관절 손상시 흔히 손상 받는 인대 중의 하나로 수근 불안정성과 연관되어 있다. Logan 등^{22,23)}의 연구에 의하면 수장측 주상월상 인대는 배측 주상월상 인대에 비해 약 2배의 강도를 가지는 것으로 보고되고 있다. 이는 결절종이 주로 배측 주상월상 관절에 흔하고 수장측은 드문 원인 중의 하나이다.²⁴⁾

배측 외재 인대는 얇고, 그 수가 적으며, 완관절을 지나는 건을 싸고 있는 섬유성 관에 의해 기능적으로나 구조적으로 강화된다.²⁵⁾ 수장측 외재 인대는 두 개의 V자 형태의 인대복합체를 구성하며, 원위부에서는 유두골이, 근위부에서는 월상골이 정점이 된다.²⁶⁾ 이러한 두 인대사이에 고유의 취약한 부위가 존재하며 이 부위를 Poirier 공간(space of Poirier)이라 부른다.²⁷⁾

요골에서 기시하는 수장측 외재 인대는 완관절, 특히 주상골의 운동을 조절하는데 도움을 준다. Taleisnick²⁶⁾은 요주상유두 인대(radioscaphocapitate ligament)가 주상골의 중간부를 지나며, 주상골은 이 인대를 중심으로 회전한다고 하였다. 수장측 인대 중 가장 강력한 요월상 인대(radiolunate ligament) 역시 주상골의 회전에 중요하며, 완관절 신전시 가장 단단해진다.^{21,23,26)}

완관절의 척골부는 삼각 섬유연골 복합체의 반월판, 수장측 요월상삼각 인대(radiolunotriquetral ligament), 유두삼각 인대(capitotriquetral ligament), 그리고 배측 수근골간 인대가 삼각골에서 합쳐진다. 이러한 인대들은 삼각골의 운동을 조절하며, 유구골에 대한 나선형 운동과 요측 변위시 근위로, 척측 변위 시 원위부로 이동이 이루어지게 한다.^{21,26,28)}

수근골 8개는 전체적으로 손등 쪽은 볼록한 반면, 손바닥 쪽은 오목하다. 오목한 전방의 수근골은 강한 횡 수근 인대(transverse carpal ligament)와 더불어 수근 관(carpal tunnel)을 이루며, 이 속으로 4개의 천지굴건(flexor digitorum superficialis), 4개의 심지굴건(flexor digitorum profundus), 장 무지굴건(flexor pollicis longus) 및 정중 신경이 통과한다. 횡 수근 인대가 대 다각골에 붙는 부위는, 요 수근굴건(flexor carpi radialis)이 통과되면서 두 갈래로 나뉜다. 횡 수근 인대는, 척골측 전방에서, 두상골의 전면에서 기시하여 횡 수근 인대와 유구골의 갈고리에서 끝나는 수장측 수근 인대

(volar carpal ligament)에 의해 덮여 있다. 두상골의 이 두 인대 사이에는 척골 동맥과 척골 신경이 통과한다.

3) 혈관과 신경: 수술이나 시술 시 완관절에서 손상받기 쉬운 표재신경으로는 요골신경의 표재분지, 외측 전완 피부신경, 척골신경의 배측 감각분지 그리고 정중신경의 수장측 감각분지가 있다. 전완부 외측에서 요골신경의 표재분지는 요골 경상돌기의 약 9 cm 근위부에서 상완요근과 장요수근신근의 사이로 나와 피하에 위치한다.²⁹⁾ 이 분지는 리스터 결절의 약 4.2 cm 근위부에서 두갈래로 나누어진다. 이 중 배측분지는 원위부로 향하며, 리스터 결절의 약 0.4 cm 상방에서 다시 두 갈래로 나뉜다.³⁰⁾ MacKinnon 등³¹⁾은 외측 전완 피부신경과 요골신경의 표재분지가 약 38%에서 완전히 겹치는 것을 보고하였다.

척골신경의 배측 감각분지는 척골 경상돌기의 5~8 cm 근위부에서 기시한다. 척수근굴근에 덮여 척골을 따라 주행하여 심부의 근막을 뚫고 나와 수부의 배측측에 위치한다.^{1,32)} Lourie 등³³⁾은 이 분지에서 기시하는 횡 요척 분지를 보고하였다.

정중신경의 수장측 감각분지는 완관절 굴곡 주름의 약 5 cm 상방에서 분지하여 전박 근막에 붙어서, 요 수근 굴근의 척측 경계를 따라 주행한다. 완관절부에서 횡수근인대의 표재층 및 심층 사이로 지나면서 요측 수부 및 무지구(thenar eminence)의 감각을 담당한다.²⁶⁾

완관절의 요측과 척측에는 각각 요골동맥과 척골동맥이 지나며, 이 두 동맥은 수근골의 원위부에서 궁(arch)을 형성한다. 따라서 어느 한 혈관이 손상되어도 원위부의 혈액 공급은 유지가 된다.

4) 생역학(Biomechanics): 수근 관절의 기능은 손의 위치를 잡아주는 데 있으며, 시상면에서 굴곡과 신전 운동이 가능하고, 수평면에서 척측 및 요측 변위(ulnar and radial deviation)가 일어난다. 수근 관절의 운동 범위는 굴곡과 신전이 각각 70도로 합하여 약 140도이고, 척측 변위는 약 40도, 요측 변위는 약 20도로 합하여 약 60도이다. 굴곡-신전 운동은 대부분 요수근 관절에서 일어나지만 수근골들 사이에서도 다소의 운동이 일어난다. 척측 및 요측 변위의 운동은 근위 수근열이 주위 관절과 함께 회전 및 변위의 복합된 운동으로 일어나며, 회내-회외 운동은 주로 전완부에서 일어나지만 수근 관절 내에서도 다소의 운동이 일어난다.

근위 수근열은 완관절의 척측 및 요측 변위 시 특이한 회전운동 양상을 보여준다(Fig. 4). 요측 변위시 근위 수근열은 주로 수장측 굴곡을 보이는데, 주상골과 월상골은 수장측 굴곡을, 삼각골은 유구골과 멀어지는 근위 이동을 한다. 이때 대부분의 움직임은 수근간 관절(intercarpal joint)에서 일어난다.²⁶⁾ 척측 변위 시에는 신전운동을 보이는데 주상골과 월상골은 배측으로 회전하며 길어지고, 삼각골은 유구

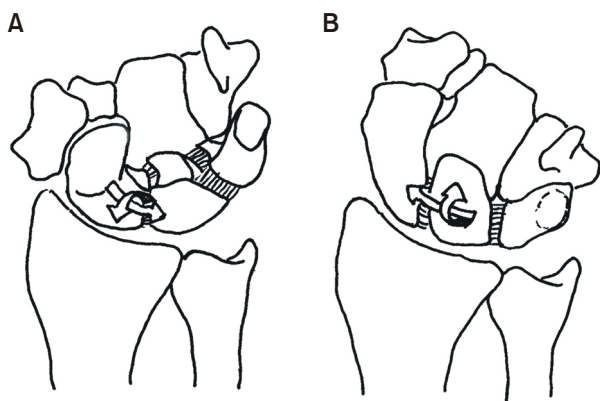


Fig. 4. Schematic representation of the direction of rotation of the proximal carpal row during radial (A) and ulnar (B) deviation of the wrist.

골에 가까워지는 원위 이동을 한다. 이때는 요수근 관절과 수근간 관절 모두에서 움직임이 일어난다. 이러한 수근골의 운동은 특이한 골성 구조와 주변 인대간의 특별한 상호작용이 필요하다.

완관절에서 힘의 전달과 운동 등의 이해를 위해서 흔히 완관절을 3개의 기둥(column), 즉 중심주(central column), 요측주(radial column), 척측주(ulnar column)로 나누어 설명한다.²⁶⁾ 중심주는 요골 원위부와 월상골, 유두골로 이루어지며, 주상골의 근위 2/3, 소다각골, 제2, 3 중수골 기저부를 포함시키기도 한다. 요측주는 요골, 주상골, 대다각골, 소다각골, 그리고 무지의 수근중수 관절을 포함한다. 척측주는 삼각 섬유연골(반월판), 유구골, 삼각골, 그리고 제4, 5수지의 수근중수 관절을 말한다. 이 중 중심주는 운동성이 적기 때문에 손 전체의 기둥 역할을 하며, 요측주와 척측주는 운동성이 있어 중심주를 중심으로 움직여 수부기능을 원활히 수행하도록 해 준다. Lichtman 등³⁴⁾은 완관절의 역학에 고리(ring) 개념을 제안했다. 이에 의하면 골간 인대는 근위 및 원위 수근열을 안정화시키고 있고, 주상골-대다각골 관절과 삼각골-유구골 관절사이에 제한된 운동이 일어난다는 것이다. 이러한 고리 구조가 깨지면 수근열에 불안정성이 발생하여 전방 및 후방 굴곡 중간 분절 불안정성(volar and dorsal intercalated segmental instability)이 생긴다

결 론

주관절과 완관절은 단순한 형태의 관절로 이루어져있지 않으며 여러 형태의 관절이 복합적으로 이루고 있는 관절이다. 또한 관절 주위로는 신경과 혈관, 근육 및 건 등이 복잡하게 위치하고 있다. 주관절은 세 개의 관절로 이루어지

며, 이에 의해 두면에서의 운동(굴곡-신전과 회내-회외)이 가능하다. 주관절의 골성 구조와 내측 및 외측인대에 의해 관절의 안정성이 유지되며 주변 근육은 동적 안정성을 부여한다. 완관절은 여러 수근골과 인접 골에 의해 이루어지며 복잡한 인대와 연부조직 구조를 가진다. 운동 시 수근골은 복잡한 운동성을 가지므로 이를 유지시켜주는 인대의 파열 시에는 완관절의 불안정성을 초래한다. 이러한 두 관절의 해부학적 및 생역학적 지식을 충분히 습득하고 있어야, 질환 및 손상의 정확한 진단이 가능하고, 수술이나 처치 시 오류를 범하지 않을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- Hollinshead WH. Anatomy for surgeons: the back and limbs. 3rd ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1982.
- Jupiter JB, Mehne DK. Trauma to the adult elbow and fractures of the distal humerus. In: Browner BD, editor. Skeletal trauma, vol 2. Philadelphia: WB Saunders; 1992. p. 1125-6.
- Morrey BF. The elbow and its disorders. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1993.
- Hoppenfield S, DeBoer P. Surgical exposures in orthopaedics: the anatomical approach. Philadelphia: JB Lippincott; 1984.
- Netter FH. Musculoskeletal system: anatomy, physiology, and metabolic disorders. Summit: CIBA-GEIGY; 1987.
- London JT. Kinematics of the elbow. J Bone Joint Surg 1981; 63A:529-35.
- Martin BF. The annular ligament of the superior radial ulnar joint. J Anat 1958;52:473-81.
- Nestor BJ, O'Driscoll SW, Morrey BF. Ligamentous reconstruction for posterolateral rotatory instability of the elbow. J Bone Joint Surg 1992;74A:1235-41.
- Jobe FW, Stark H, Lombardo SJ. Reconstruction of the ulnar collateral ligament in athletes. J Bone Joint Surg 1986;68A: 1158-63.
- Morrey BF, Chao EY. Passive motion of the elbow joint. J Bone Joint Surg 1976;58A:501-9.
- O'Driscoll SW, Jalsoszynski R, Morrey BF. Origin of the medial ulnar collateral ligament. J Hand Surg 1992;17A:164-8.
- O'Driscoll SW, Bell DF, Morrey BF. Posterolateral rotatory instability of the elbow. J Bone Joint Surg 1991;73A:440-6.
- Morrey BF, An KN. Anatomy of the elbow joint and biomechanics of the elbow. In: Morrey B, editor. The elbow and its disorder. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 13-60.
- Kapanji I. The physiology of the joint: the elbow: flexion and extension. London: Churchill Livingstone; 1970.
- Schwab GH, Bennett JB, Woods GW, Tullios HS. Biomechanics of elbow instability: the role of the medial collateral ligament. Clin Orthop 1980;146:42-52.

16. Taleisnick J. The bones of the wrist. In: Taleisnick J, editor. The wrist. New York: Churchill Livingstone; 1985. p. 2-11.
17. Youm Y, McMurtry RY, Flatt AE. Kinematics of the wrist. J Bone Joint Surg 1978;60A:423-31.
18. McMurtry RY, Jupiter JB. Fracture of the distal radius. In: Browner BD, editor. Skeletal trauma. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1992. p. 1074.
19. Palmer AK, Werner FW. The triangular fibrocartilage complex of the wrist: anatomy and function. J Hand Surg 1992;17A:164-8.
20. Taleisnick J. The palmar cutaneous branch of the median nerve and the approach to the carpal tunnel. J Bone Joint Surg 1973; 55A:1212-7.
21. Taleisnick J. The ligaments of the wrist. J Hand Surg 1976; 1A:110-8.
22. Logan SE, Nowak MD. Intrinsic and extrinsic wrist ligaments: biomechanical and function differences. ISA Transactions 1987;27:37-41.
23. Logan SE, Nowak MD, Gould PL. Biomechanical behavior of the scapholunate ligament. Biomedical Sciences Instrumentation 1986;22:81-5.
24. Angelides AL, Wallace PF. The dorsal ganglion of the wrist: its pathogenesis, gross and microscopic anatomy and surgical treatment. J Hand Surg 1976;1A:228-35.
25. Mizuseki T, Ikuta Y. The dorsal carpal ligaments: their anatomy and function. J Hand Surg 1989;14B:91-8.
26. Taleisnick J. The ligaments of the wrist. In: Taleisnick J, editor. The wrist. New York: Churchill Livingstone; 1985. p. 2-11.
27. Mayfield JK. Wrist ligamentous anatomy and pathogenesis of carpal instability. Orthop Clin North Am 1984;15:209-16.
28. Zancolli EA, Cozz EP. Atlas of surgical anatomy of the hand. New York: Churchill Livingstone; 1992.
29. Abrams RA, Brown RA, Botte MJ. The superficial branch of the radial nerve: an anatomical study with surgical implications. J Hand Surg 1992;17A:1037-41.
30. Steinberg BD, Plancher KD, Idler RS. Percutaneous Kirschner wire fixation through the snuff box: an anatomical study. J Hand Surg 1995;20A:57-62.
31. MacKinnon SE, Dellon AL. The overlap pattern of the lateral antebrachial cutaneous nerve and the superficial branch of the radial nerve. J Hand Surg 1985;10A:522-6.
32. Hollinshead WH, Markee JE. The multiple innervation of limb muscles in man. J Bone Joint Surg 1946;28A:721-31.
33. Lourie GM, King J, Kleinman WB. The transverse radioulnar branch from the dorsal sensory ulnar nerve: its clinical and anatomical significance further defined. J Hand Surg 1994; 19A:241-5.
34. Lichtman DM, Bruckner JD, Culp RW, Alexander CE. Palmar midcarpal instability: results of surgical reconstruction. J Hand Surg 1993;18A:307-15.